

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-268217

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G02B 26/10			G02B 26/10	F
B41J 2/44			G03G 15/01	112 A
G03G 15/01	112		15/04	111
15/04	111		B41J 3/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全7頁)

(21)出願番号 特願平9-71775

(22)出願日 平成9年(1997)3月25日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 中島 智宏

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

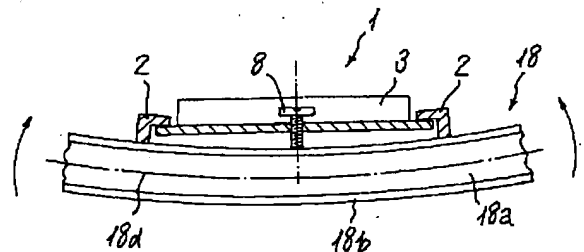
(74)代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54)【発明の名称】多色画像形成装置の光走査装置

(57)【要約】

【課題】 複数のレーザ光源から出射された各ビームを感光体に結像するレンズにプラスチックレンズを使用する光走査装置において、各ビームに対応する走査線曲がりの補正を容易に行えるようにする。

【解決手段】 プラスチックレンズとしてのトロイダルレンズ18の上面には、トロイダルレンズ18を副走査方向にたわませる湾曲調整手段1が一体に設けられている。湾曲調整手段1は、トロイダルレンズ18のリブ18bに一体に形成された保持突起2、2と、この保持突起2、2間に係合される支持板3と、この支持板3に螺合される調整ネジ8とか構成されており、走査線曲がりを補正すべく調整ネジ8を回すと、トロイダルレンズ18は湾曲し、その焦線18dも湾曲する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のレーザ光源から射出されたビームを各々対応する感光体に結像させるレンズ群が各ビーム毎に設けられた多色画像形成装置の光走査装置において、上記レンズ群を構成するレンズの内いずれかにスリット状のプラスチックレンズを使用するとともに、該プラスチックレンズをその副走査方向に強制的にたわませる湾曲調整手段を備えたことを特徴とする多色画像形成装置の光走査装置。

【請求項2】上記湾曲調整手段が上記プラスチックレンズに一体的に設けられていることを特徴とする請求項1記載の多色画像形成装置の光走査装置。

【請求項3】各ビームに対応する各プラスチックレンズを各々に対応する湾曲調整手段で同一の方向へたわませて走査線の曲がりを補正することを特徴とする請求項1記載の多色画像形成装置の光走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル複写機やレーザプリンタ等の画像形成装置の光書き込み系に用いられる光走査装置に係り、特に、複数のビームにより感光体ドラム上に各々静電潜像を形成し、その像の重ね合わせにより多色画像を得る多色画像形成装置の光走査装置に関し、更に詳しくはプラスチックレンズを用いた多色画像形成装置の光走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、感光体ドラム上の少なくとも異なる2箇所を光ビームで同時に露光し、その各々の露光領域を異なる色の現像器で現像して重ね合わせ、出力紙への1回の転写で2色画像を形成したり、あるいは4つの感光体ドラムを出力紙の搬送方向へ並置し、各感光体ドラムに対応した光ビームで同時に露光し、各々異なる色（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）の現像器で現像した画像を順次転写し、重ね合わせてフルカラー画像を形成するデジタル複写機やレーザプリンタが実用化されている。

【0003】このような多色画像形成装置では、複数のレーザ光源から射出されたビームを各々個別のレンズ群を用いて走査し、画像を形成してそれらを重ね合わせて多色画像を形成するのであるが、この場合、各ビームの走査線をいかに正確に重ね合わせるかが画像品質を向上させるポイントとなる。

【0004】各走査線の重ね誤差の形態としては、副走査位置のズレ、傾きのズレ、曲がりがある。一般的に、副走査位置のズレについては書込開始のタイミングの制御によって、傾きのズレについては光路中の折り返しミラーの調節によってそれぞれ画像品質を向上させるための補正がなされているが、曲がりについては容易に調節できる手段がなく、曲がりの発生要因であるレンズ群の相対配置精度を高め、走査線曲がりの絶対量をゼロに近

づけることにより画像品質の低下を回避している現状にある。例えば特開平4-127115号公報には、複数の走査手段を単一の光学ハウジング内の所定位置に収めることで相対的な配置精度を維持し得る光走査装置の例が開示されている。

【0005】ところで、近年、低コスト、取扱の容易性等の観点からプラスチックレンズが用いられるようになってきているが、プラスチックレンズはこれを支持する光学ハウジングに比べて熱膨張係数が高いため、プラスチックレンズに対する光学ハウジングの拘束力が大きいと、環境変化、すなわち温度変動によりプラスチックレンズ自身が歪んで走査線曲がり等を来すという問題を有していた。このような問題に対処すべく、例えば特開昭63-15212号公報には、レーザ光を通過させるスリットが形成された反り防止体を光学ハウジングに固定してこの中にプラスチックレンズを収容し、プラスチックレンズの長手方向は拘束しないように構成した技術が開示されている。反り防止体による拘束によってプラスチックレンズの経時的な反り変形が防止されるとともに、温度変動による長手方向の伸縮変位が許容されるものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】各ビームに対応した走査線曲がりを各レンズ群の配置精度を高めて個別に補正する方式では、補正作業が面倒で熟練を要する問題がある。また、プラスチックレンズでは、樹脂特性による成型時の歪みによってレンズの焦線が曲がり易く、この場合には走査線曲がりの原因となるが、上記特開昭63-15212号公報に開示された技術はレンズ群を配置した後の経時的な反り防止技術にすぎないので、成型時の歪みを伴うプラスチックレンズを使用するときは、その歪みによる誤差を低減すべく、レンズ群の配置調整をしなければならないことになる。すなわち、従来技術においては、結局、各レンズ群の配置精度を高めて個別に補正する面倒な方式に頼らざるを得ない。また、プラスチックレンズにおける成型時の歪みは、走査線曲がりの原因としては、レンズ群の配置誤差とは全く異なるものであるので、その程度如何によってはレンズ群の配置調整（広義には光学系要素の配置調整）では対応できない恐れもある。

【0007】本発明は、プラスチックレンズを使用した場合における走査線曲がりを、曲がりの原因の種類に関係なく容易に補正でき、画像品質の向上を図ることができる多色画像形成装置の光走査装置の提供を、その目的とする（請求項1）。請求項2記載の発明では、更に、温度変動によるプラスチックレンズの歪み問題をも同時に解消できる多色画像形成装置の光走査装置の提供を、その目的とする。請求項3記載の発明では、更に、補正作業の容易化を一層促進できる画像形成装置の光走査装置の提供を、その目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】プラスチックレンズはガラスレンズに比べて変形し易いが故に走査線曲がりを引き起こし易いが、その変形し易い素材特性を逆に利用して、変形を意図的に操作できるようにすれば走査線曲がりを容易に修正することが可能となる。曲がりの発生要因自体を直接に操作するため、レンズ群の配置精度を高める作業に比べてその修正作業は極めて容易となる。これが本発明の趣旨である。具体的には、請求項1記載の発明では、複数のレーザ光源から射出されたビームを各々対応する感光体に結像させるレンズ群が各ビーム毎に設けられた多色画像形成装置の光走査装置において、上記レンズ群を構成するレンズの内いずれかにスリット状のプラスチックレンズを使用するとともに、該プラスチックレンズをその副走査方向に強制的にたわませる湾曲調整手段を備えている、という構成を採っている。湾曲調整手段によるプラスチックレンズの湾曲調整によって、レンズ群の配置誤差又はプラスチックレンズの成型時の歪みによる走査線曲がりを補正することが可能となる。

【0009】請求項2記載の発明では、請求項1記載の構成において、上記湾曲調整手段が上記プラスチックレンズに一体的に設けられている、という構成を採っている。湾曲調整手段が光学ハウジングの拘束を受けない構成となるので、湾曲調整手段の存在によるプラスチックレンズの温度変動に伴う長手方向の変位の阻害を回避することができる。

【0010】請求項3記載の発明では、請求項1記載の構成において、各ビームに対応する各プラスチックレンズを各々に対応する湾曲調整手段で同一の方向へたわませて走査線の曲がりを補正する、という構成を採っている。湾曲調整手段による補正作業の手順が画一的となるので、走査線曲がりの補正作業が一層容易となる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1乃至図6に基づいて詳細に説明する。図5及び図6に本発明を適用した光走査装置の全体構成を示す。図示しない半導体レーザ、コリメートレンズを含む光源ユニット11、12及び13、14は、それぞれ回転多面鏡としてのポリゴンミラー15に対向して配置されており、光学ハウジング10に形成された取付面に支持されている。本実施例における光源ユニット11、14のポリゴンミラー15への平均入射角 θ は 60° 、光源ユニット12、13では 75° に設定されている。図5中、符号35、36はミラー、32、33、34はビーム検知センサを示す。

【0012】光源ユニット11、12及び13、14から射出されたレーザビームは、ポリゴンミラー15で偏向され、共軸非球面からなつて $f\theta$ 特性を有する凹曲面鏡である $f\theta$ ミラー16、17により、面倒れ補正系をなすプラスチック製のトロイダルレンズ18、19、20

0、21を介して感光体28、29、30、31の面上にスポット状に結像され、潜像を記録する。これらの潜像は順次ブラック、イエロー、マゼンタ、シアンのトナーにより顕像化され、出力紙に転写されてカラー画像を形成する。

【0013】ポリゴンミラー15は、厚さ3mmのものをモータ基準面上に位相を合わせて2段に積み重ねて構成され、 $f\theta$ ミラー16、17も中心間を3mmとして2段に樹脂で一体成形されており、各々の法線方向に入射光線に対し副走査方向に相反して α だけ傾けている。従つて、図に則して説明すれば、光源ユニット11から出射されたビーム1は下段のポリゴンミラー15により偏向され、 $f\theta$ ミラー16の下段で反射され、ミラー22を介してトロイダルレンズ18を透過し、ミラー24を介して感光体28に結像する。一方、光源ユニット12から出射されたビーム2は、上段のポリゴンミラー15により偏向され、 $f\theta$ ミラー61の上段で反射され、ミラー26を介してトロイダルレンズ19を透過し、感光体29に結像する。対向して走査される光源ユニット13、14のビーム3、4の流れも同様であるが、ポリゴンミラー15の回転方向は特定であるため、走査方向は反対となる。すなわち、光源ユニット11、12が文頭から文末に走査するとすれば、光源ユニット13、14では文末から文頭に走査される。

【0014】本実施例では、レンズ群の中のトロイダルレンズ18、19、20、21について発明の趣旨が具体化されている。これらのプラスチックレンズとしてのトロイダルレンズ18、19、20、21のうち、光源ユニット11のビーム1に対応するトロイダルレンズ18を図1及び図2に基づいて説明する。トロイダルレンズ18は、図2に示すように、レンズ部18aと、このレンズ部18aを囲むように設けられたリブ18bとから、主走査方向に延びるスリット状に構成されている。従来と同様に光学ハウジング10の位置決め基準面に当接して支持されるが、具体的には、光学ハウジング10に固定された傾斜支持片6、6にリブ18bの底面を載せるとともに、リブ18bの両端に形成された凸部18cを光学ハウジング10に固定された支柱7、7の傾斜面7aに当てがい、支柱7、7にねじ止めされる板バネ4、5で凸部18cの前面及びリブ18bの上面を押圧保持することによってなされる。傾斜支持されるトロイダルレンズ20においても同様である。

【0015】トロイダルレンズ18の上面には、該レンズを副走査方向に強制的にたわませることができる湾曲調整手段1が一体的に設けられている（請求項1、2）。湾曲調整手段1は、トロイダルレンズ18のリブ18bの副走査側面上に一体に形成された逆L字状の2個の保持突起2、2と、この保持突起2、2間に上方向に抜け止め状態に係合される長手方向に剛性のある板金製の支持板3と、支持板3の中央部に形成されたネジ穴

2aに螺合される調整ネジ8とから構成されている。保持突起2は全長21のリップ18bの中心Oから互いに略等距離の位置に設けられている。

【0016】図1に示すように、調整ネジ8を螺合が進む方向に回すと、調整ネジ8の先端がリップ18bの側面に当接しているので支持板3は上昇するが、支持板3の移動が保持突起2、2によって阻止されると、次第に調整ネジ8の先端はトロイダルレンズ18を加圧し、これによってトロイダルレンズ18は湾曲し、その焦線18dも湾曲する。本実施例における調整ネジ8のピッチは約500 μ mであり、従って調整ネジ8の1回転で500 μ mトロイダルレンズ18を変形させることができる。図示しないが、その他のトロイダルレンズ19、20、21においてもトロイダルレンズ18と同様な調整構造となっている。

【0017】次に、走査線曲がりの具体的な補正動作を説明する。本実施例においては各トロイダルレンズ18、19、20、21における湾曲調整手段1は一方方向への加圧調整しかできない片側設置構造、すなわち、調整前に既に加圧方向と同じ方向に凸の走査線曲がりがある場合にはこれを真っ直ぐ（ゼロ）にできない設置構造であるので、全てのトロイダルレンズ18、19、20、21において同一の方向にたわませる補正がなされる（請求項3）。例えばブラックBk、イエローY、マゼンタM、シアンCに対応する走査線曲がりが図3

(a)に示すような状態で存在していた場合、従来のようにこれらの走査線曲がりを各々ゼロに近づけるのではなく、例えばブラックBkに対応する走査線曲がりを基準として、図3(b)に示すように、他の走査線曲がりをこれに近づける補正をする。

【0018】走査線曲がりの補正では必ずしもゼロに近づける必要はなく、走査線曲がりの大きさを画像に影響しない0.2mm以下に抑え、且つ、各走査線曲がり間の偏差を小さく抑えることが重要である。図3の例では、ブラックBkに対応する走査線曲がりは基準となるので湾曲調整手段1による補正をする必要はなく、他の3つ（イエローY、マゼンタM、シアンC）に対応する走査線曲がりについてのみ補正をすることになる。この場合、各走査線曲がりの補正においては、補正前に生じていた曲がりを更に大きくする結果、すなわち画像に影響しない0.2mm以下の範囲で強制的に走査線曲がりを生じさせる結果となる。シアンCに対応する走査線曲がりについては一範囲から+範囲への大幅な調整量となる。図3からも明らかなように、各走査線曲がりの調整量の大きさは、 $Y < M < C$ の順となる。

【0019】図4は、上記の走査線曲がりの補正思想に基づいて湾曲調整手段1で実際に補正した実験グラフである。図4から明らかなように、全体的な走査線曲がりの絶対量は125 μ m(200 μ m以下)と大きいが、各走査線曲がり間の偏差は±25 μ mの範囲内に収まっ

ている。従って、色ズレを抑制することができる。

【0020】上述のように、走査線曲がりの発生要因であるレンズ（ここではトロイダルレンズ18、19、20、21）自体を直接に且つ強制的に変形させることにより、レンズ群の配置誤差やレンズの焦線曲がり等の原因の種類に拘わらず走査線曲がりを容易に無効化、すなわち画像に影響しないようにすることができる。また、上記実施例では湾曲調整手段1を各トロイダルレンズ18、19、20、21に一体的に設けているので、湾曲調整手段1と光学ハウジング10との間に拘束関係はなく、湾曲調整手段1によるトロイダルレンズ18、19、20、21の温度変動に伴う歪みは生じない。

【0021】なお、湾曲調整手段1をトロイダルレンズ18、19、20、21の両側に設けて各走査線曲がりを真っ直ぐ（ゼロ）に近づける調整構造としても、従来に比べて補正作業は格段に容易となるが、上述のように片側のみに設けて調整方向を同一とした場合には、走査線曲がりの補正作業が単純・画一的となり、一層容易となる。

【0022】上記実施例では、調整ネジ8による加圧で各トロイダルレンズ18、19、20、21をたわませる構成としたが、これに限定される趣旨ではない。例えば図7に示すように、外部から圧力を加えてトロイダルレンズ18を補正すべき量に湾曲させた状態で、支持板3との間の隙間に充填した、固化動作を外部から操作可能な接着剤、例えば紫外線硬化型接着剤9を固着させ、その湾曲形状を固定する、等の構成としても良い。また、上記実施例では湾曲調整手段1をレンズに一体的に設ける構成としたが、図8に示すように、光学ハウジング10に設けられた湾曲調整手段100でトロイダルレンズ18の中央部を加圧して湾曲させる構成とすることもでき、さらにまた、図9に示すように、中央部を支持部材40で支持されたトロイダルレンズ18の両端部を、光学ハウジング10に設けられた湾曲調整手段101、101で加圧して湾曲させる構成とすることもできる。

【0023】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、プラスチックレンズを強制的にたわませる湾曲調整手段を設ける構成としたので、デリケートで面倒なレンズ群の配置調整をすることなく走査線曲がりを容易に補正でき、よって色ズレのない高品位な多色画像を得ることができるとともに、低コストで取扱性が良いというプラスチックレンズの利点を十分に活かすことができる。

【0024】請求項2記載の発明によれば、湾曲調整手段をプラスチックレンズに一体的に設ける構成としたので、光学ハウジングへの取付けについては従来通り、温度変動があってもプラスチックレンズ自身に強制力が働かないように、すなわち、プラスチックレンズがその長手方向に自由に伸縮できるように構成できるので、請求

項 1 の効果に加え、温度変動によるプラスチックレンズの歪みによる画像歪み等の発生を防止できる。

【0025】請求項 3 記載の発明によれば、各ビームに対応するレンズを同一方向へたわませる構成としたので、湾曲調整手段による調整が画一的となり、請求項 1 の効果に加え、走査線曲がりの補正作業を一層容易化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例における光走査装置のプラスチックレンズと湾曲調整手段との関係を示す断面図である。

【図 2】プラスチックレンズと湾曲調整手段との関係を示す分解斜視図である。

【図 3】各プラスチックレンズにおける走査線曲がりの本発明に係る補正手法を示す模式図で、(a) は補正前の状態を示す図、(b) は特定の走査線曲がりを基準にして他を合わせて偏差を低減した状態を示す図である。

【図 4】図 3 で示した補正手法によって実際に走査線曲がりを補正したデータを示すグラフである。

【図 5】本発明に係る光走査装置の全体構成を示す概要平面図である。

【図 6】本発明に係る光走査装置の全体構成を示す概要断面図である。

【図 7】他の実施例におけるプラスチックレンズと湾曲調整手段との関係を示す断面図である。

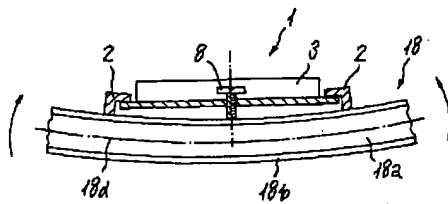
【図 8】湾曲調整手段が光学ハウジングに取り付けられている場合のプラスチックレンズと湾曲調整手段との関係を示す概要図である。

【図 9】湾曲調整手段が光学ハウジングに取り付けられている場合の別の例のプラスチックレンズと湾曲調整手段との関係を示す概要図である。

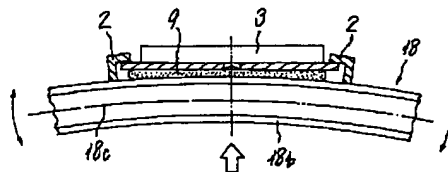
【符号の説明】

- 1 湾曲調整手段
- 11, 12, 13, 14 レーザ光源としての光源ユニット
- 18, 19, 20, 21 プラスチックレンズとしてのトロイダルレンズ
- 28, 29, 30, 31 感光体

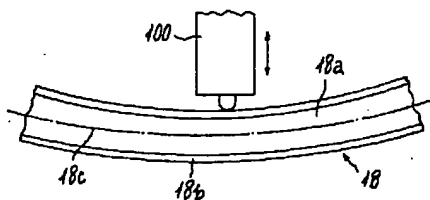
【図 1】



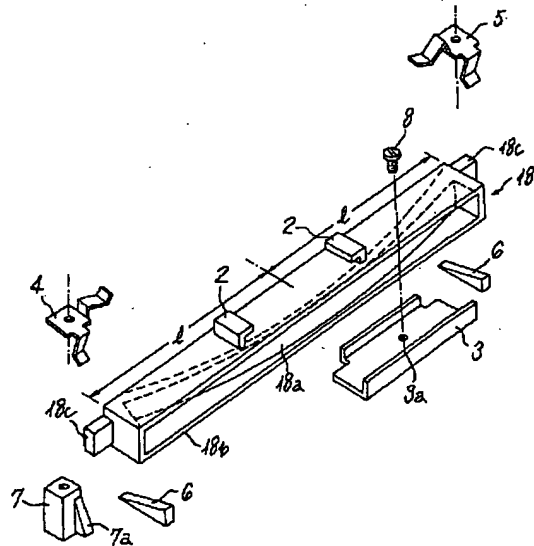
【図 7】



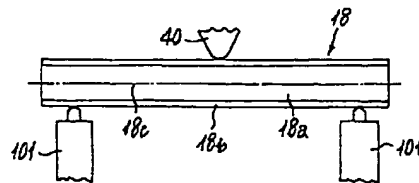
【図 8】



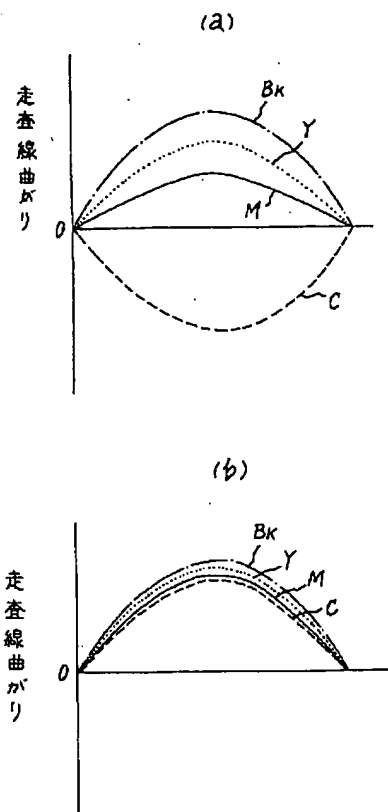
【図 2】



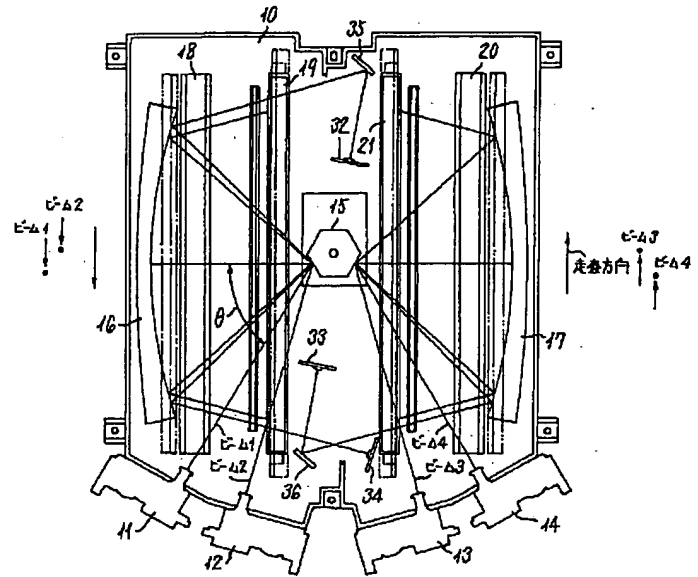
【図 9】



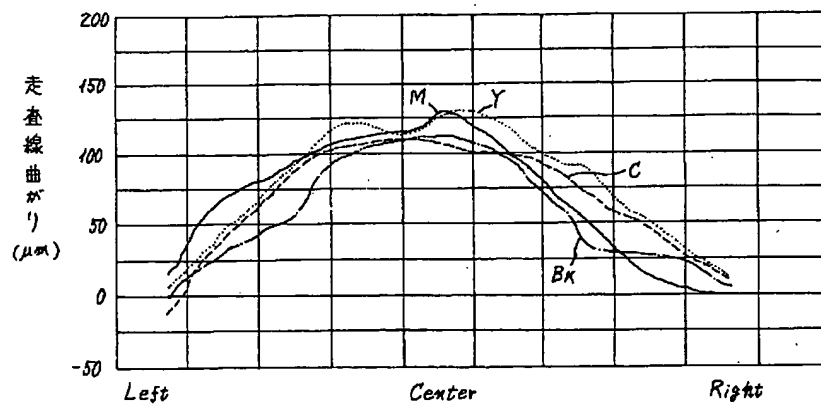
【図3】



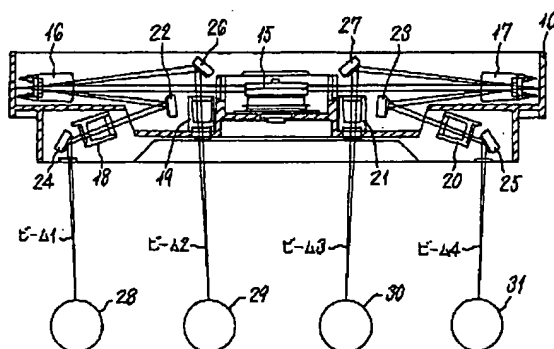
【図5】



【図4】



【図6】



Date: March 29, 2004

Declaration

I, Mariko Uchida, a translator of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation, of the copy of Japanese Unexamined Patent No. Hei-10-268217 laid open on October 9, 1998.

A handwritten signature in black ink, reading "Mariko Uchida". The script is cursive and fluid, with the first name "Mariko" and last name "Uchida" clearly distinguishable.

Mariko Uchida

Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.

OPTICAL SCANNING DEVICE OF MULTICOLOR IMAGE FORMING APPARATUS

Japanese Unexamined Patent No. Hei-10-268217

Laid-open on: October 9, 1998

Application No. Hei-9-71775

Filed on: March 25, 1997

Applicant: Ricoh Co., Ltd.

Inventor: Tomohiro NAKAJIMA

Patent Attorney: Toru KABAYAMA, et al.

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION]

Optical scanning device of a multicolor image forming apparatus

[ABSTRACT]

[Object] To make it possible, in an optical scanning device using plastic lenses in lenses to focus respective beams emitted from a plurality of laser light sources onto photo-conductors, to easily correct scanning line curves corresponding to the respective beams.

[Solution means] At the upper surface of a toroidal lens 18 as a plastic lens, a curve adjusting means 1 for warping the

toroidal lens 18 in a sub-scanning direction is integrally provided. The curve adjusting means 1 is composed of holding protrusions 2 and 2 formed integrally with a rib 18b of the toroidal lens 18, a support plate 3 latched between these holding protrusions 2 and 2, and an adjusting screw 8, and when the adjusting screw 8 is turned so as to correct a scanning line curve, the toroidal lens 18 is curved, and a focal line 18d thereof is also curved.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] An optical scanning device of a multicolor image forming apparatus in which a lens group for focusing beams emitted from a plurality of laser light sources onto corresponding photo-conductors respectively is provided for each beam, wherein

a slit-like plastic lens is used for any of the lenses to compose the lens group, and a curve adjusting means to forcibly warp the plastic lens in a sub-scanning direction thereof is provided.

[Claim 2] The optical scanning device of a multicolor image forming apparatus as set forth in Claim 1, wherein

the curve adjusting means is provided integrally with the plastic lens.

[Claim 3] The optical scanning device of a multicolor image

forming apparatus as set forth in Claim 1, wherein

respective plastic lenses corresponding to respective beams are warped in an identical direction by respectively corresponding curve adjusting means to correct curves of scanning lines.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to an optical scanning device used for an optical writing system of an image forming apparatus such as a digital copying machine and a laser printer, and in particular, it relates to an optical scanning device of a multicolor image forming apparatus which forms static latent images on photo-conductor drums by a plurality of beams, respectively, and obtains a multicolor image by overlapping these images, and in greater detail, it relates to an optical scanning device of a multicolor image forming apparatus using plastic lenses.

[0002]

[Prior Arts] In recent years, digital copying machines and laser printers have been put into practical use, which simultaneously expose at least two different positions on a photo-conductor drum by light beams, develop the respective exposed regions by a different-color developing machine and

overlap the same, and form a bicolor image by a single-time transfer to an output paper or which have four photo-conductor drums juxtaposed in an output-paper conveying direction, simultaneously expose with light beams corresponding to the respective photo-conductor drums, transfer images developed by different-color (yellow, magenta, cyan, and black) developing machines, respectively, in order, and overlap the same to form a full-color image.

[0003] In such multicolor image forming apparatuses, beams emitted from a plurality of laser light sources are made to scan by use of individual lens groups, respectively, to form images, and these images are overlapped to form a multicolor image, and in this case, the point for improving image quality is how accurately scanning lines of the respective beams overlap.

[0004] As modes of overlapping errors of respective scanning lines, misalignment in the sub-scanning position, misalignment in inclination, and curves exist. Generally, with regard to misalignment in the sub-scanning position, by controlling timing to start writing, and with regard to misalignment in inclination, by adjusting a turn-back mirror in the optical path, correction to improve image quality has been carried out respectively. However, with regard to the

curves, no means for adjusting the same exists, and under present circumstances, deterioration in the image quality is evaded by heightening relative arrangement accuracy of lens groups, which is a generation factor of curves, and approximating the absolute amount of scanning line curves to zero. For example, in Japanese Unexamined Patent Publication No. Hei-4-127115, disclosed is an example of an optical scanning device which can maintain a relative arrangement accuracy by housing a plurality of scanning means in predetermined positions inside a single optical housing.

[0005] Meanwhile, in recent years, plastic lenses have been employed from the viewpoint of low cost and ease in handling, however, since plastic lenses are high in thermal expansion coefficient compared to an optical housing supporting the same, a problem has existed such that if the binding force of the optical housing to the plastic lenses is great, the plastic lenses themselves are distorted due to an environmental change, that is, a temperature fluctuation, thus causing scanning line curves, etc. In order to cope with such a problem, for example, in Japanese Unexamined Patent Publication No. Sho-63-15212, disclosed is a technique wherein a warp preventing body with a slit to let laser light pass being formed is fixed to an optical housing, a plastic lens is housed therein, and the

longitudinal direction of the plastic lens is never bound. By binding by the warp preventing body, a warp deformation of the plastic lens over time is prevented, and a longitudinal expansion/contraction displacement due to a temperature fluctuation is tolerated.

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention] In the method for individually correcting scanning line curves corresponding to respective beams by heightening arrangement accuracy of the respective lens groups, a problem exists in that the correcting work is troublesome and requires a lot of skill. In addition, in plastic lenses, the focal line of the lens is easily curved by a distortion during molding owing to resin characteristics, and in this case, this can cause a scanning line curve. However, since the technique disclosed in the above-described Japanese Unexamined Patent Publication Sho-63-15212 is merely a technique for preventing a warp over time after the lens groups are arranged, when plastic lenses with a distortion during molding are used, in order to reduce errors due to the distortion, arrangement adjustment of the lens groups must be carried out. Namely, after all, the conventional techniques can only resort to the troublesome method of individually correcting scanning line curves by heightening arrangement

accuracy of the respective lens groups. In addition, since the distortion of plastic lenses during molding is, in terms of causes of scanning line curves, completely different from arrangement errors of the lens groups, depending on the degree thereof, an arrangement adjustment of the lens groups (in a broad sense, an arrangement adjustment of the optical system components) may not be able to cope therewith.

[0007] In the present invention, an object thereof is to provide an optical scanning device of a multicolor image forming apparatus which can easily correct scanning line curves in a case where plastic lenses are used regardless of the types of causes of the curves and whereby can improve image quality (Claim 1). In the invention as described in Claim 2, furthermore, an object thereof is to provide an optical scanning device of a multicolor image forming apparatus which can further eliminate the problem of distortion of plastic lenses due to a temperature fluctuation. In the invention as described in Claim 3, furthermore, an object thereof is to provide an optical scanning device of a multicolor image forming apparatus which can further advance simplification of correction work.

[0008]

[Means for solving the Problems] Plastic lenses are easily

deformed compared to glass and therefore easily cause scanning line curves, however, by taking advantage of the easily deforming material characteristics to the contrary, if the deformation can be intentionally manipulated, it becomes possible to easily correct the scanning line curves. Since the generation factors of curves are directly manipulated, its correcting work becomes extremely easy compared to the work to heighten arrangement accuracy of the lens groups. This is the gist of the present invention. In detail, in an invention as described in Claim 1, in an optical scanning device of a multicolor image forming apparatus in which a lens group for focusing beams emitted from a plurality of laser light sources onto corresponding photo-conductors respectively is provided for each beam, employed is a construction such that a slit-like plastic lens is used for any of the lenses to compose the lens group, and a curve adjusting means to forcibly warp the plastic lens in a sub-scanning direction thereof is provided. By a curve adjustment of the plastic lens by the curve adjusting means, it becomes possible to correct scanning line curves due to arrangement errors of the lens groups or a distortion of the plastic lenses during molding.

[0009] In an invention as described in Claim 2, in the construction as described in Claim 1, employed is a

construction such that the curve adjusting means is provided integrally with the plastic lens. Since this results in a construction wherein the curve adjusting means is never bound by the optical housing, hindrance of a longitudinal displacement as a result of a temperature fluctuation of the plastic lenses owing to the presence of the curve adjusting means can be avoided.

[0010] In an invention as described in Claim 3, in the construction as described in Claim 1, employed is a construction such that respective plastic lenses corresponding to respective beams are warped in an identical direction by respectively corresponding curve adjusting means to correct curves of scanning lines. Since procedures for the correcting work by the curve adjusting means become uniform, the correcting work of scanning line curves becomes further simplified.

[0011]

[Preferred Embodiment of the Invention] Hereinafter, an embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 1 through Fig. 6. Overall constructions of an optical scanning apparatus to which the present invention has been applied are shown in Fig. 5 and Fig. 6. Light source units 11 and 12 and 13 and 14 including unillustrated

semiconductor lasers and collimate lenses are respectively arranged in a manner opposed to a polygon mirror 15 provided as a rotating polygon mirror and are supported on attaching surfaces formed in an optical housing 10. An average incident angle θ of the light source units 11 and 14 into the polygon mirror 15 is set to 60° , and of the light source units 12 and 13, 75° . In Fig. 5, symbols 35 and 36 denote mirrors, and symbols 33 and 34 denote beam detecting sensors.

[0012] Laser beams emitted from the light source units 11 and 12 and 13 and 14 are deflected by the polygon mirror 15 and are focused by $f\theta$ mirrors 16 and 17, which are concave curved mirrors formed of coaxial aspherical surfaces and have $f\theta$ characteristics, via plastic toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 composing a surface-tilt correcting system onto the surfaces of photo-conductors 28, 29, 30, and 31 in a spot shape, and latent images are recorded. These latent images are developed by toners of black, yellow, magenta, and cyan, in order, and are transferred to output paper to form a color image.

[0013] The polygon mirror 15 is constructed by stacking 3mm-thick mirrors in two tiers, in phase, on a motor's reference plane, and the $f\theta$ mirrors 16 and 17 are also integrally molded with a resin in two tiers with a center-to-center distance of 3mm, and the normal-line direction of each is inclined with

respect to an incident ray by α in contrast to the sub-scanning direction. Accordingly, as a description according to the drawings, a beam 1 emitted from the light source unit 11 is deflected by the lower-tier polygon mirror 15, is reflected by a lower tier of the $f\theta$ mirror 16, is penetrated through the toroidal lens 18 via a mirror 22, and is focused onto a photo-conductor 28 via a mirror 24. On the other hand, a beam 2 emitted from the light source unit 12 is deflected by the upper-tier polygon mirror 15, is reflected by an upper tier of the $f\theta$ mirror 61, is penetrated through the toroidal lens 19 via a mirror 26, and is focused onto a photo-conductor 29. Although flows of beams 3 and 4 of the light source units 13 and 14 made to scan in an opposed manner are also similar, since the rotation direction of the polygon mirror 15 is specific, the scanning direction is reversed. Namely, if the light source units 11 and 12 are made to scan from the beginning of a sentence to the end of a sentence, the light source units 13 and 14 are made to scan from the end of the sentence to the beginning of the sentence.

[0014] In the present embodiment, the spirit of the present invention has been embodied in the toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 contained in a lens group. Of these toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 provided as plastic lenses, the toroidal

lens 18 corresponding to the beam 1 of the light source unit 11 will be described based on Fig. 1 and Fig. 2. The toroidal lens 18 is, as shown in Fig. 2, composed of a lens portion 18a and a rib 18b provided so as to surround this lens portion 18a in a shape of a slit extending in a main scanning direction. Similar to the prior art, the lens is supported in contact with a positioning reference plane of an optical housing 10, however in detail, this is carried out by placing the bottom surface of the rib 18b on sloping support pieces 6 and 6 fixed to the optical housing 10, applying convex portions 18c formed at both ends of the rib 18b to sloping faces 7a of support pillars 7 and 7 fixed to the optical housing 10, depressing and holding the front surfaces of the convex portions 18c and upper surface of the rib 18b by leaf springs 4 and 5 to be fixed via screws to the support pillars 7 and 7. The same applies to the toroidal lens 20 to be supported with inclination.

[0015] At the upper surface of the toroidal lens 18, a curve adjusting mean 1 capable of forcibly warping this lens in a sub-scanning direction is integrally provided (Claims 1 and 2). The curve adjusting means 1 is composed of inverted L-shaped, two holding projections 2 and 2 formed on a sub-scanning side surface integrally therewith, a support plate 3 made of a longitudinally rigid sheet metal, to be latched

between the holding projections 2 and 2 while being prevented from coming off in the upper direction, and an adjusting screw 8 to be screwed to a screw hole formed in a central portion of the support plate 3. The holding projections 2 and 2 are provided at positions of mutually approximately equal distances from a center O of the rib 18b whose overall length is 21.

[0016] As shown in Fig. 1, when the adjusting screw 8 is turned in a direction to advance screwing, the support plate 3 rises since the front end of the adjusting screw 8 is in contact with the side surface of the rib 18b, however, when the shift of the support plate 3 is hampered by the holding projections 22, the front end of the adjusting screw 8 gradually pressurizes the toroidal lens 18, whereby the toroidal lenses 18 is curved, and a focal line 18d thereof is also curved. The pitch of the adjusting screw 8 in the present embodiment is approximately 500 μ m, and accordingly, the toroidal lens 18 can be deformed by 500 μ m by one revolution of the adjusting screw 8. Although this is unillustrated, other toroidal lenses 19, 20, and 21 also have an adjusting structure similar to that of the toroidal lens 18.

[0017] Next, detailed correcting operations of scanning line curves will be described. In the present embodiment, the curve

adjusting means 1 in the respective toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 has a one-sided installing structure wherein merely a pressurization adjustment in one direction is possible, namely, an installing structure wherein if a convex scanning line curve already exists in a direction identical to the pressurizing direction before adjustment, this cannot be straightened (made zero), therefore, in terms of all toroidal lenses 18, 19, 20, and 21, a correction to warp these lenses in an identical direction is carried out (Claim 3). For example, if scanning line curves corresponding to black Bk, yellow Y, magenta M, and cyan C exist in a condition as shown in Fig. 3(a), not by respectively approximating these scanning line curves to zero as in the prior art, but on the basis of the scanning line curve corresponding to black Bk, for example, a correction to approximate other scanning line curves thereto is carried out, as shown in Fig. 3(b).

[0018] In correction of scanning line curves, it is not always necessary to approximate the curves to zero but it is important to hold down the size of the scanning line curves to be 0.2mm or less so as not to affect an image and to hold down a deviation between the respective scanning line curves to be small. In the example of Fig. 3, it is unnecessary to correct the scanning line curve corresponding to black Bk by the curve adjusting

means 1 as this serves as a basis, and correction is carried out for only scanning line curves corresponding to the other three (yellow Y, magenta M, and cyan C). In this case, the correction of each scanning line curve results in an increase in the curve which has been produced before correction, namely, results in a scanning line curve being forcibly produced within a range of 0.2mm or less so as not to affect an image. The scanning line curve corresponding to cyan C results in a great adjusting amount from a - range to a + range. As is obvious from Fig. 3 as well, the size in the adjusting amount of each scanning line curve results in an order of $Y < M < C$.

[0019] Fig. 4 is an experimental graph wherein the curves have been actually corrected by the curve adjusting means 1 based on the above-described correcting idea for scanning line curves. As is obvious from Fig. 4, the absolute amount of the overall scanning line curves is large, 125 μ m (200 μ m or less), deviations between the respective scanning line curves are within a range of $\pm 25\mu$ m. Accordingly, color deviation can be suppressed.

[0020] As described above, by directly and forcibly deforming lenses (herein, the toroidal lenses 18, 19, 20, and 21) themselves, which are generation factors of scanning line curves, scanning line curves can be easily made ineffectual,

namely, so as not to affect an image regardless of the types of causes such as arrangement errors of the lens groups and focal line curves of the lenses. In addition, since the curve adjusting means 1 is provided integrally with the respective toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 in the above-described embodiment, no binding relationship exists between the curve adjusting means 1 and optical housing 10, therefore, no distortion as a result of a temperature fluctuation of the toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 by the curve adjusting means 1 is produced.

[0021] Here, even by an adjusting structure wherein the curve adjusting means 1 is provided on both sides of the toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 to approximate the respective scan line curves straight (zero), correcting operations are remarkably simplified compared to those of the prior art, however, as described above, if the adjusting directions are made identical by providing the curve adjusting means 1 at only one side as described above, correcting operations of scanning line curves become simple and uniform and thus become further simplified.

[0022] In the above embodiment, a construction wherein the respective toroidal lenses 18, 19, 20, and 21 are warped by pressurization by the adjusting screw 8 has been employed,

however, the spirit is not limited hereto. For example, as shown in Fig. 7, a construction may be employed, such that while curving the toroidal lens 18 by an amount to be corrected by externally applying a pressure thereto, an adhesive whose solidification can be externally manipulated, which has been filled in the gap between the lens and support plate 3, for example, an ultraviolet curing adhesive 9 is fixedly fitted, and this curved shape is fixed. In addition, in the above-described embodiment, a construction wherein the curve adjusting means 1 is provided integrally with the lens has been employed, however, as shown in Fig. 8, a construction may be employed, such that the toroidal lens 18 is curved by being pressurized at a central portion thereof by a curve adjusting means 100 provided in the optical housing 10, and furthermore, as shown in Fig. 9, a construction may be employed, such that the toroidal lens 18 is curved by being pressurized at both end portions by curve adjusting means 101 and 101 provided in the optical housing.

[0023]

[Effects of the Invention] According to the invention as described in Claim 1, since a curve adjusting means to forcibly warp a plastic lens is provided, a scanning line curve can be easily corrected without carrying out a delicate and

troublesome arrangement adjustment of the lens group, and accordingly, a high-quality multicolor image without color deviation can be obtained, and it becomes possible to take full advantage of plastic lenses being low-cost and handy.

[0024] According to the invention as described in Claim 2, since the curve adjusting means is provided integrally with the plastic lens, with regard to an attachment to the optical housing, as is conventionally done, the attachment can be carried out so that, even if a temperature fluctuation occurs, no compelling force works on the plastic lens itself, namely, so that the plastic lens can be freely expanded and contracted in its longitudinal direction. Therefore, in addition to the effects of Claim 1, occurrence of an image distortion, etc., as a result of a plastic lens distortion due to a temperature fluctuation can be prevented.

[0025] According to the invention as described in Claim 3, since lenses corresponding to respective beams are warped in an identical direction, adjustment by the curve adjusting means is unified, therefore, in addition to the effects of Claim 1, correcting operations of scanning line curves can be further simplified.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] A side sectional view showing a relationship between

the plastic lens and curve adjusting means of the optical scanning device in the first embodiment of the present invention.

[Fig. 2] An exploded perspective view showing a relationship between the plastic lens and curve adjusting means.

[Fig. 3] Pattern views showing correcting methods according to the present invention, for scanning line curves in respective plastic lenses, wherein (a) is a view showing a condition before correction, and (b) is a view showing a condition where, on the basis of a specific scanning line curve, others have been adjusted thereto to reduce deviation.

[Fig. 4] A graph showing data wherein scanning line curves have been actually corrected by the correcting methods shown in Fig. 3.

[Fig. 5] A schematic view showing an overall construction of an optical scanning device according to the present invention.

[Fig. 6] A schematic view showing an overall construction of an optical scanning device according to the present invention.

[Fig. 7] A sectional view showing a relationship between the plastic lens and curve adjusting means.

[Fig. 8] A schematic view showing a relationship between the plastic lens and curve adjusting means in a case where the curve adjusting means has been attached to an optical housing.

[Fig. 9] A schematic view showing a relationship between the plastic lens and curve adjusting means in a case where the curve adjusting means has been attached to an optical housing.

[Description of Symbols]

1 Curve adjusting means

11, 12, 13, 14 Light source unit as a laser source

18, 19, 20, 21 Toroidal lens as a plastic lens

28, 29, 30, 31 Photo-conductor

Fig.1

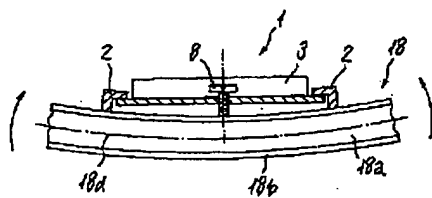


Fig.2

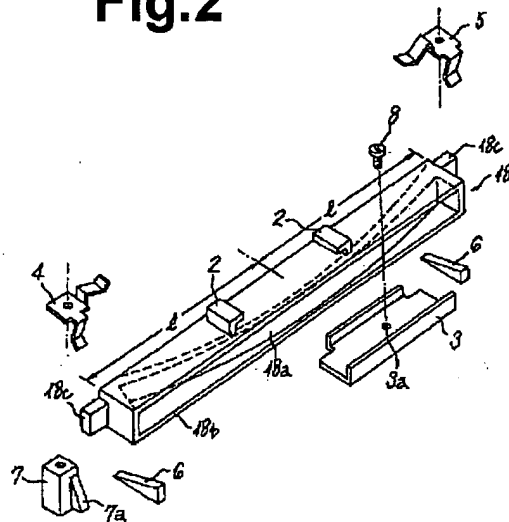


Fig.7

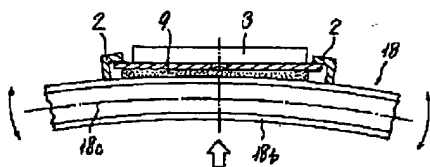


Fig.8

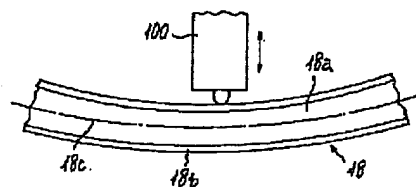


Fig.9

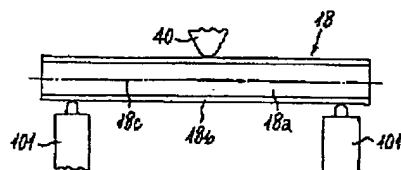


Fig. 6

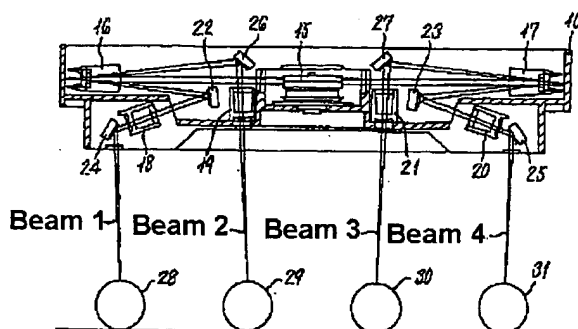


Fig. 3

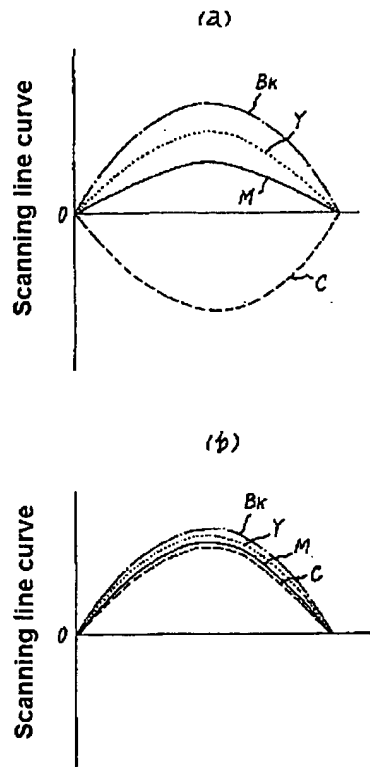


Fig. 5

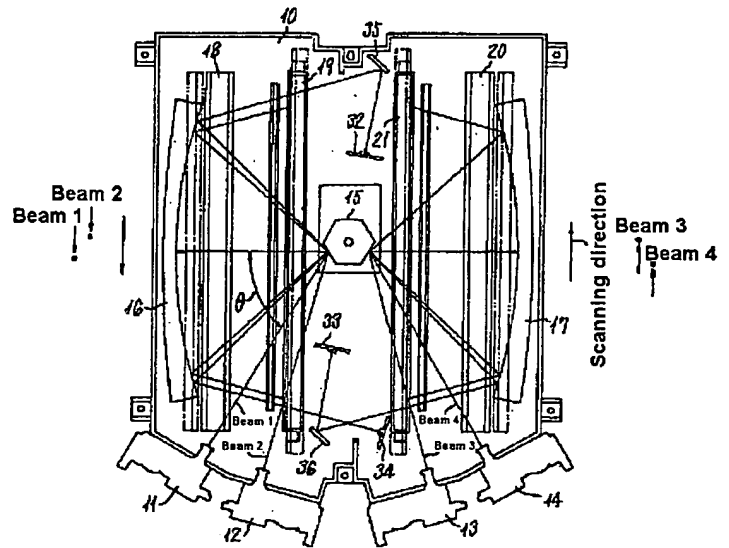


Fig. 4

